

Crescimento e caracterização de filmes finos de Bi_2Te_3 sobre $\text{SOI}(001)$ por epitaxia de feixe molecular

JÚLIO, C. S. R ; FERREIRA, S. O ; RODRIGUES L. N;
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de
Indústria, Inovação e Infraestrutura - ODS 9
Física
Pesquisa

Introdução

Nas últimas décadas, ampliaram-se significativamente os estudos sobre membranas com espessura nanométrica, devido à alta flexibilidade mecânica e escalabilidade dos processos de fabricação. Dentre os materiais que mais se destacam estão semicondutores inorgânicos monocristalinos que possuem elevada qualidade cristalina. Tais materiais, quando apresentam baixa dimensionalidade, se comportam com características de matéria mole. Particularmente, o telureto de bismuto (Bi_2Te_3), material estratégico para aplicações emergentes em spintrônica e computação quântica topológica, apresenta uma série de desafios técnicos em sua integração com plataformas microeletrônicas, como o silicon-on-insulator (SOI(001): Si/SiO_x/Si). Dessa forma, o trabalho explora o crescimento epitaxial, a partir da técnica de Epitaxia por Feixe Molecular (MBE), do Bi_2Te_3 sobre o substrato SOI(001).

Objetivos

Objetiva-se investigar a influência da temperatura do substrato no crescimento de filmes finos de telureto de bismuto (Bi_2Te_3) sobre “silicon-on-insulator” (SOI(001): Si/SiO_x/Si), utilizando-se da Epitaxia por Feixe Molecular (“Molecular Beam Epitaxy” - MBE) e, com a caracterização, definir-se a melhor amostra.

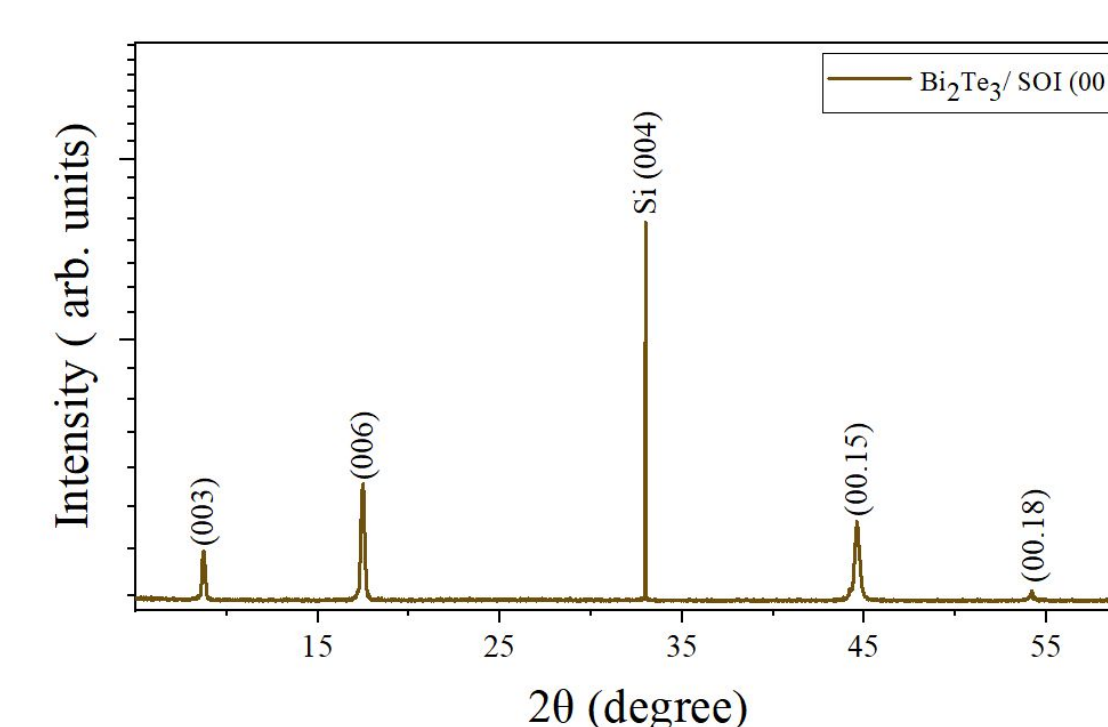
Metodologia

A metodologia experimental inclui o pré-tratamento dos substratos com uma solução de hidróxido de amônio, peróxido de hidrogênio e água deionizada, na proporção estequiométrica de 1:1:5, para remoção de resíduos orgânicos, por 30 minutos, e ácido fluorídrico (HF) a 2% por três minutos imediatamente antes do crescimento, visando à passivação superficial e à remoção de óxidos nativos da superfície. Após a limpeza, os substratos são inseridos no MBE utilizado, onde passam pelo processo de crescimento durante duas horas. A caracterização morfológica e estrutural foi realizada por meio de difração de raios-X (XRD) e microscopia de força atômica (Atomic Force Microscopy - AFM).

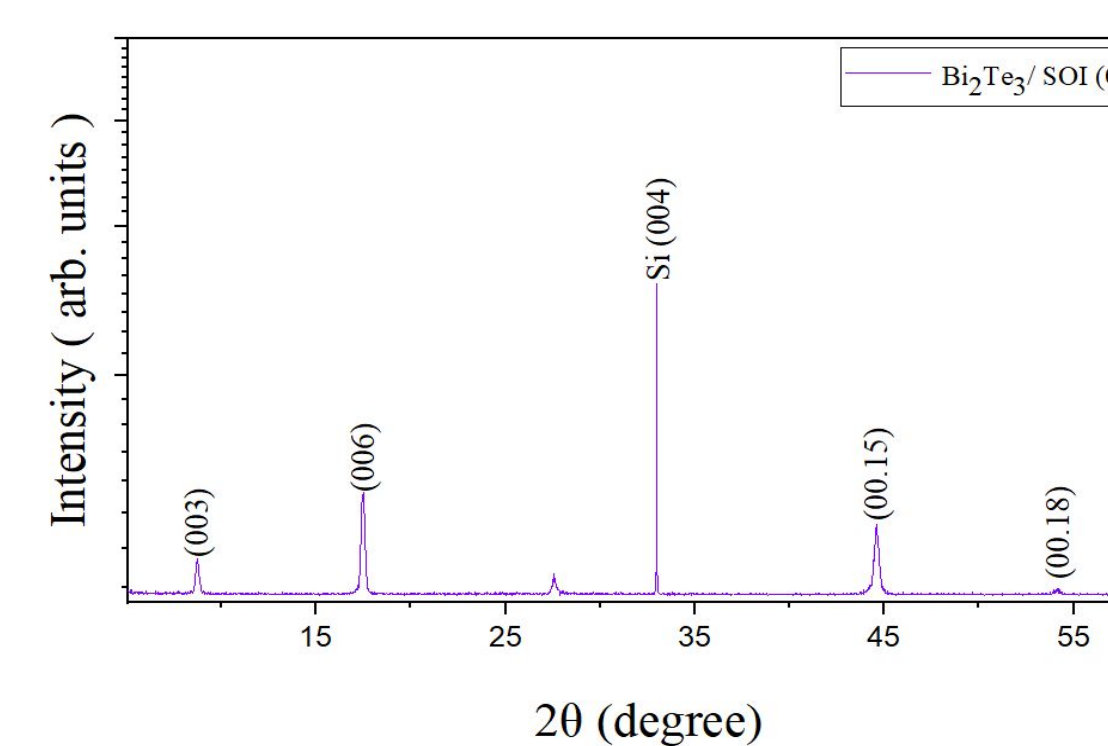
Apoio Financeiro



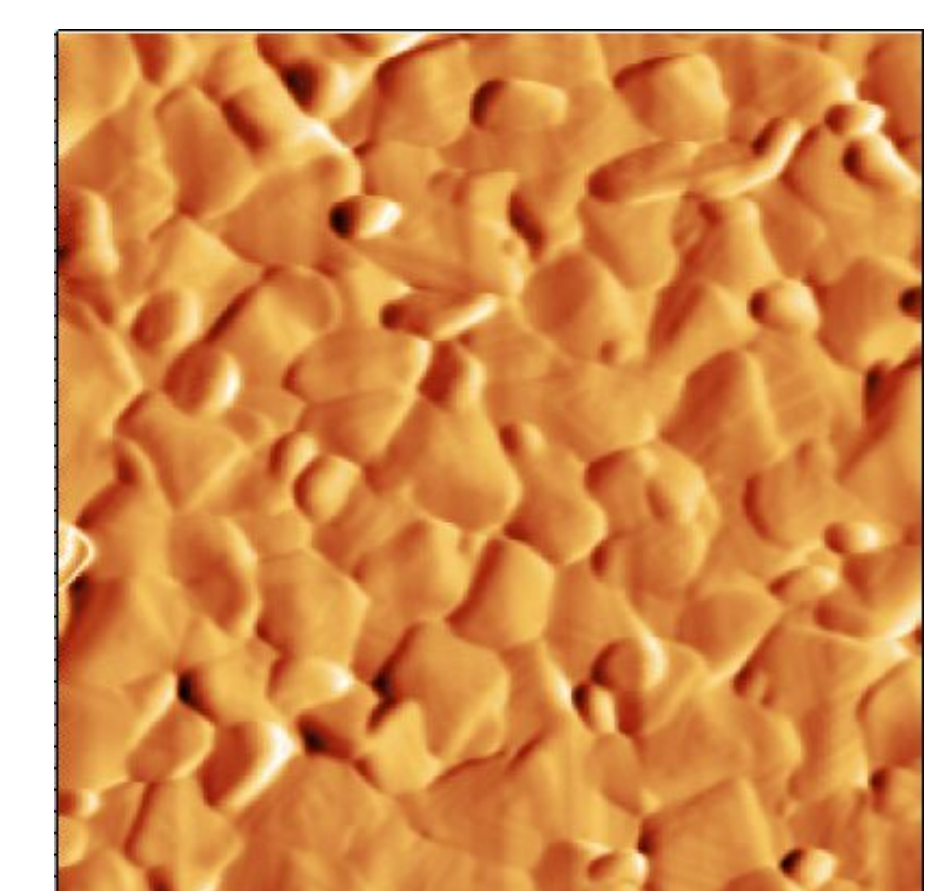
Resultados



a) imagem referente à difração de raios- x da amostra com temperatura de substrato de 350°C.



c) imagem referente à difração de raios- x da amostra com temperatura de substrato de 380°C.



b) imagem de 2x2μm referente à microscopia de força atômica da amostra com temperatura de substrato de 350°C. RMS de 4,6 nm.

Conclusões

O crescimento epitaxial de Bi_2Te_3 sobre SOI(001) utilizando-se da Epitaxia por Feixe Molecular (MBE) revelou-se um processo desafiador. A caracterização por difração de raios-X (XRD) demonstrou que a variação da temperatura de substrato durante o crescimento impacta diretamente a qualidade cristalina das camadas epitaxiais de cada amostra de Bi_2Te_3 , assim como sua orientação sobre o SOI(001). Somando-se este fato à análise de AFM, foi possível identificar que amostras crescidas com a temperatura de substrato por volta de 350°C possuem uma qualidade cristalina potencialmente superior a outras faixas de temperatura.

Bibliografia

- [1] INOCH, Wesley F.; OLIVEIRA, Julia M. S.; MELLO, Sergio L. A.; RODRIGUES-JUNIOR, Gilberto; FERREIRA, Sukarno O.; MALACHIAS, Ângelo; ARCHANJO, Bráulio S.; RODRIGUES, Leonarde N. Spiral growth of Bi_2Te_3 on GaAs(001) by molecular beam epitaxy: structural and electronic properties. *ACS Applied Electronic Materials*, v. 7, n. 14, p. 6356-6365, 2025.
- [2] RODRIGUES, Leonarde N.; ARAUJO, C. I. L. de; MELLO, S. L. A.; LAVEROCK, J.; FONSECA, Jakson M.; SCHWARZACHER, W.; INOCH, Wesley F.; FERREIRA, Sukarno O. Growth of Bi_2Te_3 topological insulator ultra-thin layers via molecular beam epitaxy on GaAs (100). *Journal of Applied Physics*, v. 134, n. 8, p. 085301, 2023.
- [3] SILVA JUNIOR, Gilberto Rodrigues da. *Mapas do espaço recíproco de camadas epitaxiais de CdTe*. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.